



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA**

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

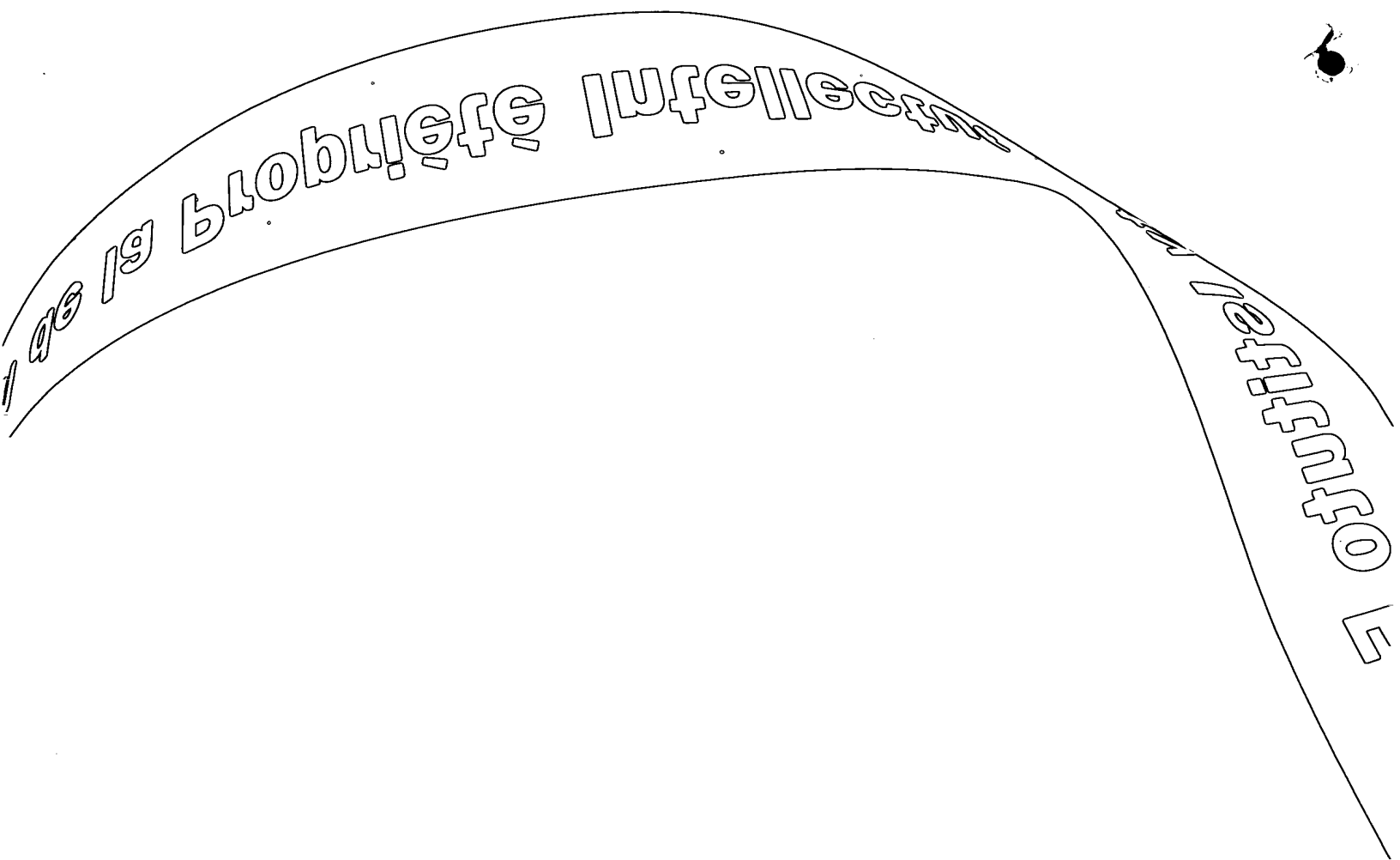
I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 4. FEB. 2004

**Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale**

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

H. Jenni
Heinz Jenni



Patentgesuch Nr. 2003 0558/03

HINTERLEGUNGSBESCHEINIGUNG (Art. 46 Abs. 5 PatV)

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:
Modulierbarer Reflektor.

Patentbewerber:
RUAG Electronics
Stauffacherstrasse 65
3014 Bern

Vertreter:
Ammann Patentanwälte AG Bern
Schwarztorstrasse 31
3001 Bern

Anmeldedatum: 31.03.2003

Voraussichtliche Klassen: G01S, G02F, H04B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Modulierbarer Reflektor

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen modulierbaren Reflektor für elektromagnetische

5 Strahlungsenergie, insbesondere Licht, gemäss Oberbegriff des Anspruches 1.

In der folgenden Beschreibung wird stellvertretend für elektromagnetische Strahlungsenergieformen von Licht
10 gesprochen, das die bevorzugt betrachtete Energieform darstellt. Andere Strahlungsenergieformen mit ähnlichen Ausbreitungs- und Reflexionseigenschaften, die mit dem beschriebenen modulierbaren Reflektoren reflektiert und moduliert werden können, sind damit grundsätzlich umfasst.

15

Eine bekannte Form von Reflektoren für Licht sind Prismen und insbesondere Tripelprismen, die unter idealen Bedingungen Licht, das aus einer beliebigen Richtung einfällt, in einem parallelen Strahl reflektieren.

20

Tripelprismen bestehen in der Regel aus einem zylindrischen Körper, an dessen einen Ende eine Spitze aus drei in einem Winkel von 90° zueinander stehenden Flächen gebildet wird.

Mit anderen Worten ist ein Ende des Zylinders als dreiseitige Pyramide ausgebildet. Licht, das an der ebenen

25

Fläche des anderen Endes in den Zylinder eintritt, wird durch Totalreflexion an den Flächen der Pyramide parallel zum eintretenden Strahl, aber in entgegengesetzter Richtung reflektiert. Voraussetzung für diesen Reflexionsprozess ist offensichtlich, dass das Tripelprisma aus einem optisch

30

dichteren Material als die Umgebung besteht.

Einsatzgebiete finden derartige Prismen z.B. in Simulationssystemen für militärische Übungen,

Freund-/Feinderkennung von Flugzeugen, aber auch bei anderen

35

Anwendungen, in denen ein Objekt auf Anwesenheit geprüft und

identifiziert werden muss. Für eine grosse Reichweite werden dabei Laserstrahlen eingesetzt, die ihre Umgebung abtasten, wobei ein von einem Tripelprisma reflektierter Strahl von einem in der Umgebung der Lichtquelle angeordneten Sensor
5 erfasst wird.

Ein Ziel derartiger Installationen ist dabei, neben der Anwesenheit eines Objektes auch dessen Identität festzustellen. Eine Möglichkeit besteht darin, von einer
10 übergeordneten Kontrolleinheit jederzeit die Position jedes Objektes zu verfolgen. Wird an einer bestimmten Position ein Objekt detektiert, so kann die Kontrolleinheit aus ihrer Kenntnis des Aufenthaltsorts jedes Objektes ermitteln, um welches Objekt es sich hierbei handelt. Nachteilig daran
15 ist, dass eine totale Überwachung sämtlicher Objekte durch eine zentrale Einheit nötig ist, wodurch sich ein grosser Aufwand für die entsprechende Vernetzung und eine erhebliche Verzögerung bei der Detektierung ergeben.

20 Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass der Reflektor den reflektierten Lichtstrahl moduliert und damit Informationen über das Objekt, an dem sich das Tripelprisma befindet, an den Sender zurückliefert. Hierdurch ergibt sich ein wesentlich verringerter Aufwand, eine einfachere
25 Struktur des Gesamtsystems, da die beweglichen Objekte autark sind, und eine schnellere Identifizierbarkeit des jeweils gefundenen Objektes.

Ein derartiger Reflektor ist in der US-A-4,143,263
30 beschrieben. Darin ist vor dem Reflektor ein optischer Schalter angeordnet, wofür ein Flüssigkristallelement, ein piezokeramischer Modulator oder eine KHD-Zelle (KHD: Kaliumdihydrogenphosphat). US-A-4,249,265 schlägt eine mechanische Lösung vor mit einem Verschluss vor dem
35 Reflektor.

Die genannten Lösungen zeigen jedoch jeweils Nachteile: sie sind entweder aufwendig, zeigen eine beschränkte Modulationstiefe oder schwächen den Lichtstrahl ab.

- 5 Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine andere Möglichkeit der Modulation eines von einem Reflektor reflektierten Lichtstrahls anzugeben.

Ein Reflektor, der diese Aufgabe löst, ist im Anspruch 1
10 angegeben. Die weiteren Ansprüche geben bevorzugte Ausführungsformen und Anwendungen an.

Demgemäss wird für die Modulation des Lichtstrahls ein photonisches Element mit steuerbaren photonischen
15 Eigenschaften verwendet. Insbesondere erfolgt die Steuerung durch Anlegen einer elektrischen Spannung. Das photonische Element kann direkt im Strahlengang angeordnet werden oder optisch mit den Flächen gekoppelt werden, an denen der Lichtstrahl im Reflektor gebrochen und/oder reflektiert
20 wird.

Als photonisches Element wird ein Element verstanden, das eine sogenannte photonische Bandlücke aufweist. Eine photonische Bandlücke zeichnet sich dadurch aus, dass Licht,
25 dessen Wellenlänge bzw. Energie in der Bandlücke liegt, sich im photonischen Element nicht ausbreiten kann. Dieses Licht wird vom photonischen Element reflektiert, während es für anderes Licht transparent erscheint. Die Lage dieser Bandlücke kann durch geeignete Massnahmen steuerbar werden.
30 Eine bekannte Massnahme besteht darin, das photonische Element mit einem nematischen und/oder ferroelektrischen Flüssigkristallmaterial zu durchsetzen. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung ändern sich die optischen Eigenschaften des Flüssigkristalls, wobei auch die Bandlücke
35 um eine, wenn auch geringe, Frequenz verschoben wird. Wegen

558/03

- 4 -

der steilen Flanken der photonischen Bandlücke ist es trotzdem möglich, damit eine vollständige Durchstimmung des photonischen Kristalls zu erhalten, d. h. für eingestrahlt
Licht einer Frequenz entsprechend der Bandlücke,
5 insbesondere einen Laserstrahl einer solchen Frequenz,
können die Eigenschaften des photonischen Elements von transparent auf reflektierend umgeschaltet werden.

Die Erfindung wird weiter an bevorzugten
10 Ausführungsbeispielen unter Bezugnahmen auf Figuren erläutert.

- Fig. 1: Schematisiertes Transmissionsdiagramm eines photonischen Materials;
15
Fig. 2: Schnitt durch ein primitives Prisma;
Fig. 3: Seitenansicht auf ein erfindungsgemässes Tripelprisma mit photonischem Element auf
20 Reflexionsflächen;
Fig. 4: Ansicht von unten auf das Tripelprisma der Fig. 3;
25 Fig. 5: Schrägansicht eines erfindungsgemässen Tripelprismas mit photonischem Element im Strahlausgang;
Fig. 6: Ansicht von unten auf das Tripelprisma
30 gemäss Fig. 5;
Fig. 7: Schrägansicht auf ein erfindungsgemässes Tripelprisma mit photonischem Element im Strahleingang;
35

Fig. 8: Ansicht von unten auf das Trippelprisma
gemäss Fig. 7;

5 Fig. 9: Teilausschnitt durch die Ankopplung eines
photonischen Elementes an ein Luftprisma;

10 Fig. 10: Teilausschnitt durch die Ankopplung eines
photonischen Elementes an ein massives Prisma
mit beidseitiger Abdeckung;

Fig. 11: Teilausschnitt durch die Ankopplung eines
photonischen Elementes an ein massives Prisma
mit einseitiger Abdeckung.

15 Fig. 1 zeigt schematisch das Transmissionsverhalten eines
photonischen Elementes, wie es für die Ausführung der
Erfindung vorgesehen ist. Auf der Abszisse ist die
Wellenlänge aufgetragen, auf der Ordinate 3 die
Durchlässigkeit T für die elektromagnetische
20 Strahlungsenergie der jeweiligen Wellenlänge λ . Deutlich ist
zu sehen, dass an bestimmten Stellen, nämlich den Bandlücken
4, 5 die Transmission T stark erniedrigt ist, bei der
starken Bandlücke 4 sogar fast bis zur Undurchlässigkeit,
was bei photonischen Elementen der Reflexion des
25 einfallenden Strahls entspricht. Wie mit dem Doppelpfeil 7
angedeutet, kann eine Bandlücke, hier die Bandlücke 4,
verschoben werden. Offensichtlich wird dabei das photonische
Element für Strahlung der Wellenlänge λ_1 umgeschaltet
zwischen transparent und reflektierend. Dabei kann diese
30 Umschaltung auch dann bewirkt werden, wenn die Verschiebung
7 nur um einen Betrag in der Grössenordnung der Breite der
Bandlücke 4 möglich ist, da die Flanken 8 der Bandlücke 4
sehr steil sind: es muss da nur die Wellenlänge λ_1 möglichst
nahe an der entsprechenden Flanke 8 gewählt werden, so dass



die Flanke 8 bei Verschiebung die Wellenlänge λ_1 überstreicht.

Die bekannten photonischen Elemente bestehen aus regelmässig angeordneten Zonen verschiedener optischer Dichte, z.B. aus entsprechenden Kristallstrukturen. Derartige Strukturen wurden ursprünglich nur eindimensional hergestellt, mittlerweile sind jedoch auch zweidimensionale und dreidimensionale photonische Strukturen realisierbar, wobei insbesondere letztere beide für die vorliegende Erfindung eingesetzt wird. Das photonische Material enthält Hohlräume, die für die Beeinflussung der Bandlücke mit einem geeigneten Material ausgefüllt werden können. Bekannt ist dabei für eine Beeinflussung durch elektrische Felder die Verwendung eines nematischen und ferroelektrischen Flüssigkristalls. Experimente haben gezeigt, dass damit eine Verschiebung der Bandlücke um 10^2 Hz, möglicherweise sogar bis 10^6 Hz möglich ist. Die Modulationsfrequenz kann dabei bis mehrere 100 kHz betragen.

Für die angestrebte Funktion ist weiterhin Licht einer genau definierten Wellenlänge nötig. Derartige Lichtquellen stehen in Form von Laserlichtquellen heutzutage zur Verfügung. Insbesondere werden routinemässig Laserscanner bei der Simulation von Waffenwirkungen während Gefechtsübungen eingesetzt.

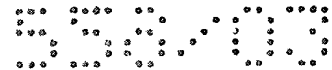
Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein einfaches Prisma 10. Ein Lichtstrahl 11 tritt beispielsweise im Wesentlichen senkrecht zur Oberfläche 12 in das Prisma 10 ein, wird an der ersten schrägen Fläche 13 im rechten Winkel abgelenkt (Strahl 14) und an der zweiten Prismenfläche 16 nochmals um 90° in eine Richtung an die parallel zum einfallenden Lichtstrahl 11 abgelenkt. Danach tritt er als zurück reflektierter Lichtstrahl 18 wieder aus dem Prisma 10 aus.

Erfindungsgemäss werden in diesem Beispiel die Prismenflächen 13, 16 mit einem photonischen Material ausgestattet, hier angedeutet durch dicke Linien 20, 21. Da
5 das photonische Material für elektromagnetische Strahlung (hier namentlich Licht) zwischen spiegelnd (reflektierend) und transparent umschaltbar ist, ist es damit möglich, für die Reflexion neben der Totalreflexion (Phasenübergang hohe optische Dichte zu niedrige optische Dichte) auch direkt den
10 Spiegeleffekt auszunützen. Dabei würde z. B. das Prisma 10 im Wesentlichen nur aus den photonischen Flächen 20, 21 bestehen, also sozusagen ein Luftprisma vorliegen. Zum Schutz der photonischen Elemente 20, 21 wird jedoch bevorzugt das Prisma auch dann abgeschlossen, z. B. durch
15 eine transparente Abdeckung 12.

Schematisch angegeben sind die Anschlüsse 22 (+) und 23 (-) für die Ansteuerung der photonischen Elemente 20, 21. Als Geräte für die Ansteuerung können z.B. solche verwendet
20 werden, die für Flüssigkristallanzeigen bekannt sind. Auf eine detaillierte Beschreibung wird daher verzichtet.

Fig. 9 zeigt einen Schnitt durch ein photonisches Element, das hierfür geeignet ist. Zwischen einer oberen Abdeckung 25
25 und einer unteren Abdeckung 26 befindet sich das photonische Material. Es besteht aus dem eigentlichen photonischen Material 27 und dem eingelagerten Flüssigkristall 28, der durch die Schraffierung angedeutet ist. Die obere und untere Abdeckung 25, 26 besteht z. B. aus Glas. Oberhalb der oberen
30 Abdeckung 25 befindet sich das Innere des Hohl- oder Luftprismas.

Über die Leitungen 29 werden die nötigen Spannungen an die Elektroden 33 angelegt, die sich zwischen den
35 Abdeckungen 25, 26 und dem photonischen Material 27



befinden. Über die Anschlüsse 29 wird die Spannung an die Elektroden 33 angelegt, um das Flüssigkristall 28 zu steuern und damit die photonische Lücke zu verschieben. Die Ansteuertechnik wie auch die Ausführung der Elektroden 33
5 kann z. B. aus der Technologie der Flüssigkristallanzeigen übernommen werden. Auf eine detaillierte Beschreibung kann daher verzichtet werden.

Fig. 10 zeigt im Prinzip das gleiche photonische Element wie
10 in Fig. 9. Es ist hier jedoch ein massives Prisma 30. Wichtig bei dieser Ausführung ist, dass in einem möglichst breiten Winkelbereich an der Phasengrenzfläche zwischen Prisma 30 und oberer Abdeckung 25 keine Totalreflexion auftritt, da sonst das photonische Element 27, 28 unwirksam
15 ist.

Gemäss Fig. 11 kann auch das Prisma 30 selbst als obere Abdeckung 25 dienen. In diesem Fall grenzt das Prisma 30
20 direkt an das photonische Material 27, 28.

Die Verwendung photonischer Elemente zur Modulierung des Lichtstrahls, der von einem Tripelprisma zurückgeworfen wird, ist durch Anordnung des oder der photonischen Elemente an verschiedenen Orten des Tripelprismas oder Retro-
25 Reflektors möglich.

Für die Beeinflussung des Flüssigkristalls wird auf an sich bekannte Art eine elektrische Spannung angelegt, z. B. Elektroden, die transparent ausgeführt sind, sind in den
30 Figuren nicht dargestellt, da sie dem Fachmann an sich bekannt und je nach Anwendung verschieden ausgeführt sind.

Die Figg. 3 und 4 zeigen die erste Möglichkeit, bei der die photonischen Elemente 30, 31, 32 zugleich die
35 Reflexionsflächen des Tripelprismas 34 bilden. Zur

Vereinfachung der Figur sind sie hier nicht besonders kenntlich gemacht. Die Flächen 30 bis 32 können ganz oder zu einem wesentlichen Teil vom photonischen Element gebildet oder abgedeckt sein. Da der Lichtstrahl in praktisch allen
5 Fällen von jeder der drei Flächen reflektiert wird, ist es grundsätzlich auch denkbar, statt allen Flächen 30 bis 32 zwei oder sogar nur eine der Flächen mit einem photonischen Element auszustatten.

10 Der einfallende Lichtstrahl 35 gelangt auf die erste Reflexionsfläche 31 und wird hier durch das photonische Element, soweit vorhanden, zum ersten Mal moduliert. Er wird auf die zweite Fläche 32 reflektiert, wo gegebenenfalls eine zweite Modulation stattfinden kann. Von dort wird er auf die
15 dritte Fläche 30 reflektiert, von der er antiparallel zum eintretenden Strahl 35 als Strahl 38 austritt. Maximal stehen damit bei dieser Ausführung drei Modulationsmöglichkeiten zur Verfügung, wodurch bis zu drei überlagerte Modulationen des Lichtstrahls 38 möglich sind.

20 Die Figg. 5 und 6 zeigen eine andere Variante, bei der ein photonisches Element 40 so angeordnet ist, dass es vom austretenden Strahl 38 erst beim Austritt aus dem Prisma 34 passiert wird. In diesen beiden Figuren wie auch in den
25 folgenden Figg. 7 und 8 haben mit den Figg. 3 und 4 übereinstimmende Bezugszeichen dieselbe Bedeutung.

Die Figg. 7 und 8 zeigen die alternative Anordnung zu den Figg. 5 und 6: hier ist das photonische Element so
30 angeordnet, dass der Strahl 35 beim Eintritt in das Prisma 34 das photonische Element 43 passiert und dabei gegebenenfalls moduliert wird.

Aus der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele
35 sind dem Fachmann eine Vielzahl Abwandlungen zugänglich,

ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen, der durch die Patentansprüche definiert wird. Denkbar sind beispielsweise sind die folgenden Abwandlungen:

- 5 - Die möglichen Anordnungen der photonischen Elemente auf den Reflexionsflächen, bez. im eintretenden- und/oder austretenden Strahl können beliebig miteinander kombiniert werden, um entweder eine zusätzliche Verstärkung der Modulationswirkung durch parallelen Betrieb zu erreichen
- 10 oder bis zu fünf verschiedene Modulationen gleichzeitig auf einem Lichtstrahl aufbringen zu können.
- Die Orientierung des Tripelprismas relativ zur Lichtquelle wird durch Anordnung von photonischen Elementen auf der
- 15 Stirnfläche des Tripelprismas reflektiert.
- Das Tripelprisma wird mit einem anderen Querschnitt als rund ausgeführt, insbesondere polygonal.
- 20 - Die Reflexionsflächen des Tripelprismas werden statt eben gekrümmt ausgeführt.
- Anwendungen in nicht unterbrechbaren Reflexlichtschranken durch Modulation des Lichtstrahls in den Reflektoren.
- 25 - Verwendung für Präzisionslängenmessung, Datenübertragung.

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Strahlung, insbesondere Licht, reflektierendes Element (10, 34), dadurch gekennzeichnet,
5 dass das Element ein im Strahlengang (40, 43) und/oder an einer die Strahlen reflektierenden Fläche (30 - 32) angeordnetes photonisches Element mit steuerbarer Bandlücke aufweist, um die das Element passierende Strahlung modulieren zu können.
10
2. Strahlung reflektierendes Element (10, 34) gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das photonische Element durch elektrische Signale steuerbar ist.
- 15 3. Strahlung reflektierendes Element (10, 34) gemäss Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das photonische Element im Wesentlichen aus einem photonischen Material (27) in einer Flüssigkristallumgebung (28) besteht, so dass durch Beeinflussung des Flüssigkristallmaterials im nematischen
20 und/oder ferroelektrischen Zustand durch ein elektrisches Feld eine photonische Bandlücke des photonischen Materials beeinflussbar ist.
4. Strahlung reflektierendes Element (10, 34) gemäss einem
25 der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es sich im Wesentlichen um ein Prisma und im Besonderen um ein Tripelprisma (34) handelt und das photonische Element auf mindestens einer, bevorzugt allen zur Reflexion der Strahlung ausgebildeten Prismenflächen (30 - 32) angeordnet
30 ist.
5. Strahlung reflektierendes Element (10, 34) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das reflektierende Element ein Prisma (10), bevorzugt ein
35 Tripelprisma (34), ist und das photonische Element an der

Fläche angeordnet ist, die dem Eintritt (43) und Austritt (40) des Strahls (35; 38) dient.

5 6. Objektidentifizierungsvorrichtung mit einem Laser bestimmter Wellenlänge zur Erzeugung eines elektromagnetischen Strahls, insbesondere eines Lichtstrahls, und mit mindestens einem an einem Objekt vorhandenen reflektierenden Element gemäss einem der
10 Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines, bevorzugt sämtliche photonischen Elemente des reflektierenden Elementes derart gewählt sind, dass durch Ansteuerung des oder der photonischen Elemente die Reflexionseigenschaften des Strahlung reflektierenden
15 Elementes veränderbar sind, insbesondere von hoher Reflexion auf niedere Reflexion umschaltbar sind, um den reflektierten Lichtstrahl mit Daten modulieren zu können.

7. Verwendung des reflektierenden Elementes (10, 34) gemäss
20 einem der Ansprüche 1 bis 5 zum Übertragen von Daten durch Modulieren eines Strahls elektromagnetischer Strahlung, insbesondere eines Lichtstrahls, wobei der Strahl eine Komponente einer Wellenlänge aufweist, für die das Element durch Beeinflussung wenigstens eines seiner photonischen
25 Elemente zwischen zwei Zuständen höherer und niedrigerer Transparenz und/oder Reflexion umschaltbar ist.

8. Verwendung gemäss Anspruch 7, wobei der Strahl im Wesentlichen aus Strahlung der beeinflussbaren Wellenlänge
30 besteht.

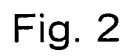
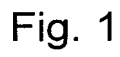
Zusammenfassung

Ein Strahlung reflektierendes Element (34), insbesondere ein
sogenanntes Tripelprisma oder ein Retro-Reflektor, wird an
5 einer Fläche, die entweder der Passage eines
elektromagnetischen Energiestrahles (Licht) (40, 43) oder an
einer der Umlenkung des Strahls dienenden Flächen (30 - 32)
mit einem photonischen Element (30 - 32, 40, 43)
ausgestattet. Das photonische Element ist dadurch
10 charakterisiert, dass es eine photonische Bandlücke (5, 7)
aufweist, die z. B. durch ein elektrisches Signal
verschiebbar ist. Bei geeignet gewählter Wellenlänge des
Lichtstrahls kann damit das photonische Element von
reflektierend auf durchlässig umgeschaltet werden, wodurch
15 eine Modulation des Lichtstrahls mit hoher Modulationstiefe
möglich ist.

- - - - -

20

(Figur 3)



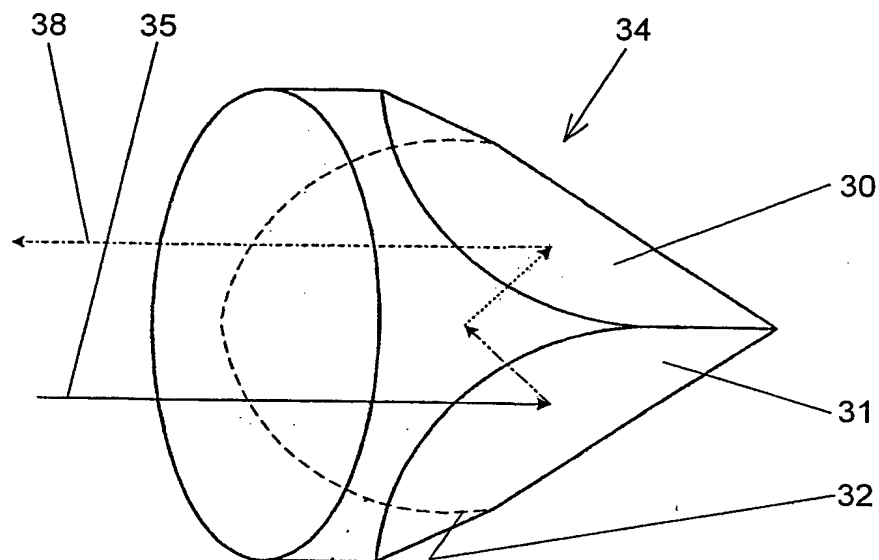


Fig. 3

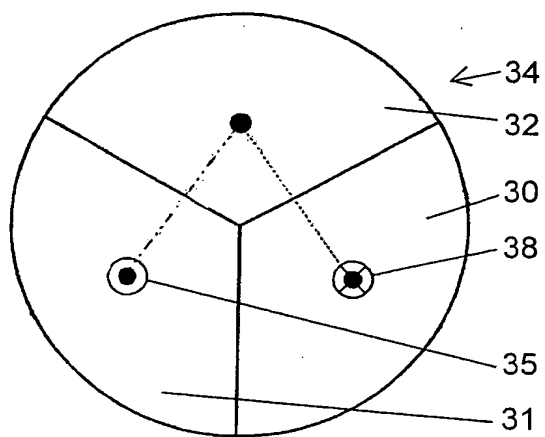


Fig. 4

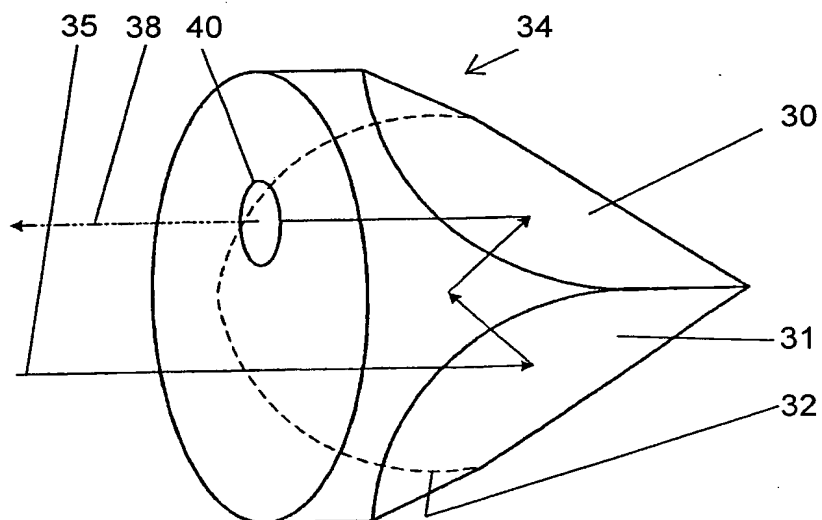


Fig. 5

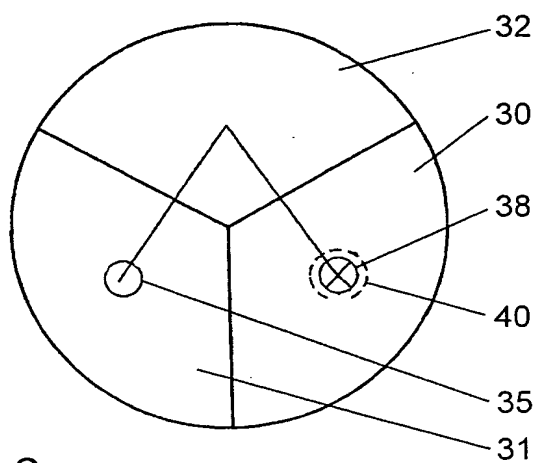


Fig. 6

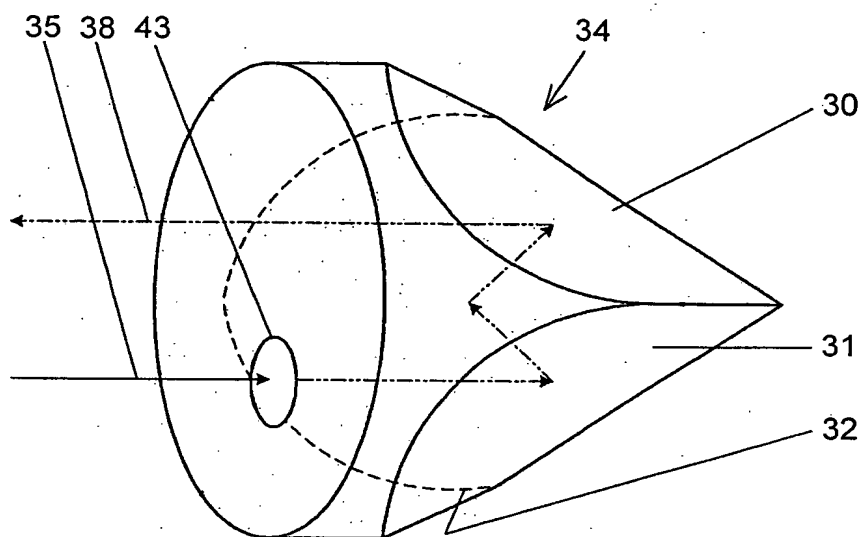


Fig. 7

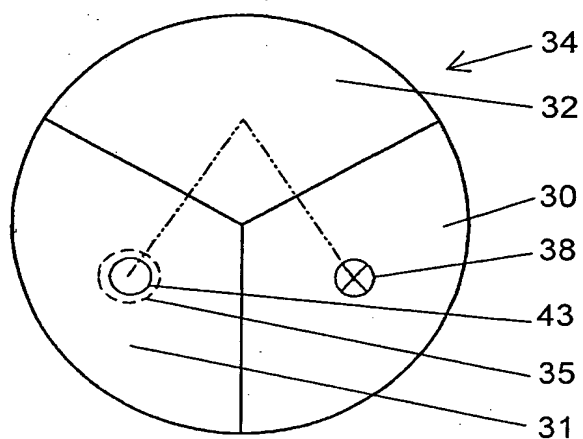


Fig. 8

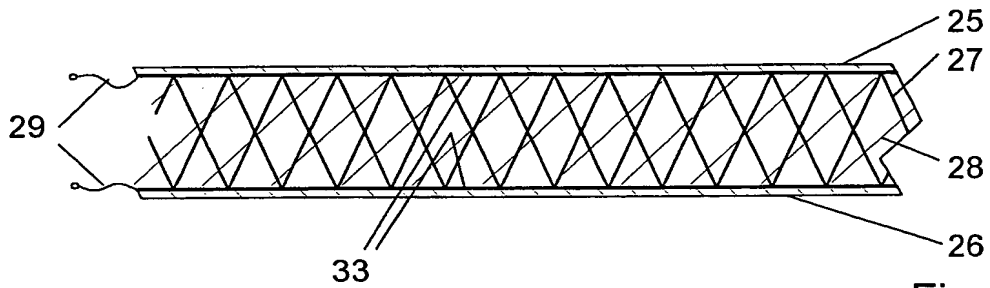


Fig. 9

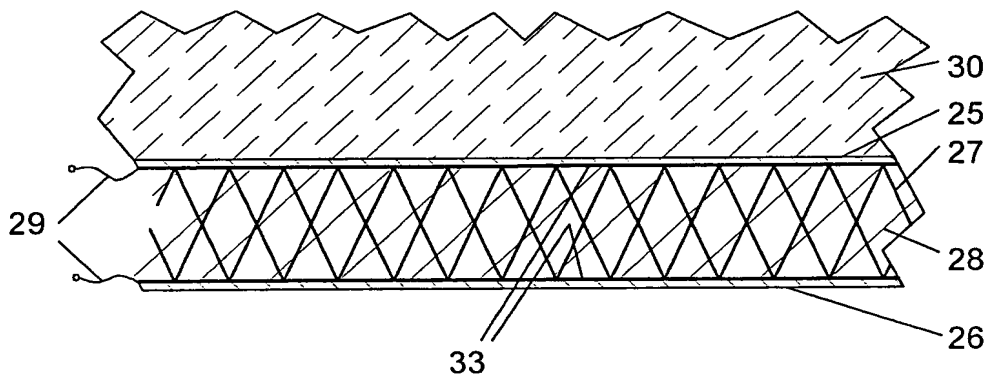


Fig. 10

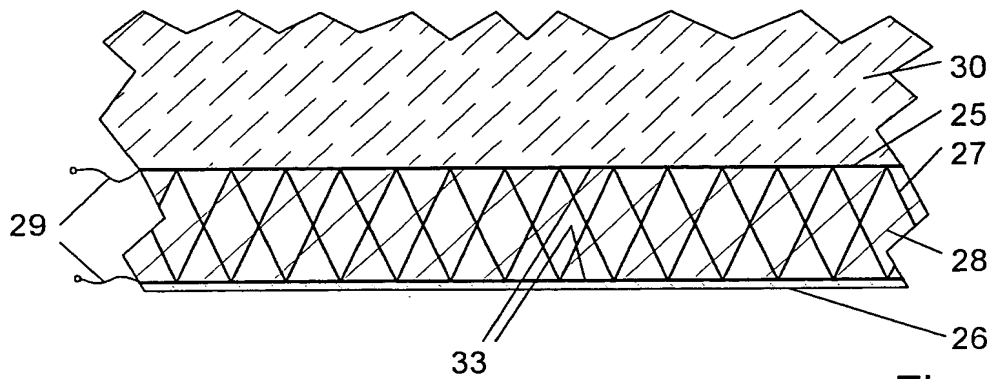


Fig. 11